

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-133276

(43)Date of publication of application : 22.05.1998

(51)Int.Cl.

G03B 21/00  
G02F 1/13

(21)Application number : 08-286612

(71)Applicant : N T T FACILITIES:KK  
OYO KEISOKU KENKYUSHO:KK

(22)Date of filing : 29.10.1996

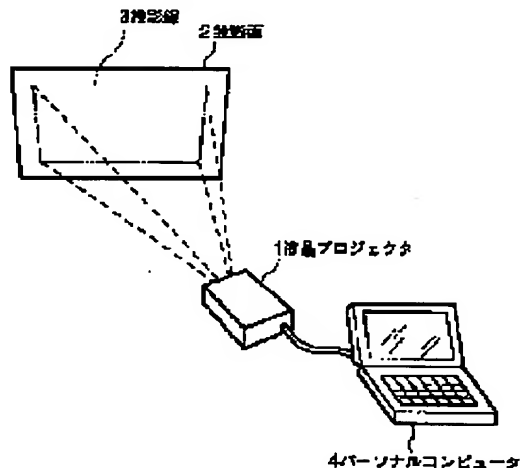
(72)Inventor : FUKUNAGA KAZUHIRO  
NODA SHOGO  
TAKAKUSAKI AKIRA  
EGUCHI NORIO  
OSHIMA KAZUO  
NAKAO MASAKI  
ICHIMURA MITSURU  
NAKAYAMA HATOO  
SHIBATA TSUTOMU

### (54) IMAGE PROJECTOR

#### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to project an image to a projection face without generating distortion by finding out a parameter related to the distortion of the image on the projection face and correcting the distortion based on the parameter.

SOLUTION: When a calibration mode is set up by user's key operation, a reference picture pattern stored in a storage device of a personal computer 4 is projected to the projection face 2 by a liquid crystal projector 1. A user measures the point coordinates of a prescribed position on the reference picture pattern image 3 by using a prescribed tool and keys the measured coordinate data to a personal computer 4. At the time of completing the input of the coordinate data, a correction parameter related to the distortion of the image on the projection face 2 is calculated. Converted picture data are registered in the storage device of the personal computer as corrected picture data. Picture data conversion processing based on the correction parameter is successively applied to all picture data stored in the storage device.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-133276

(43)公開日 平成10年(1998) 5月22日

(51)Int.Cl.<sup>9</sup>

G 0 3 B 21/00

G 0 2 F 1/13

識別記号

5 0 5

F I

G 0 3 B 21/00

G 0 2 F 1/13

D

5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平8-286612

(22)出願日

平成8年(1996)10月29日

(71)出願人 593063161

株式会社エヌ・ティ・ティ ファシリティーズ

東京都港区芝浦三丁目4番1号

(71)出願人 000140340

株式会社応用計測研究所

東京都大田区北千束3丁目26番12号

(72)発明者 福永 和広

東京都港区六本木一丁目4番33号 株式会社エヌ・ティ・ティファシリティーズ内

(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

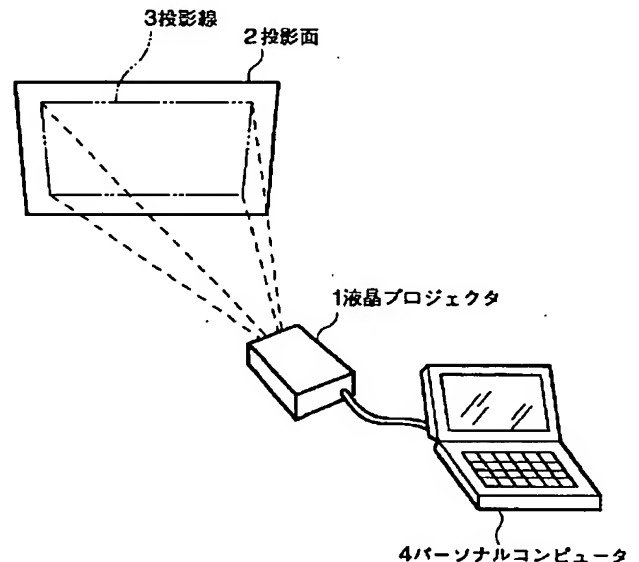
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像投影装置

(57)【要約】

【課題】 画像を歪みなく投影面に投影でき、または投影面上の像を任意の位置から歪みなく見ることができ、しかも投影対称となる画像が投影に供するだけの十分な解像度を有する場合のみ投影を可能として高い信頼性を確保できる画像投影装置を提供する。

【解決手段】 投影面2上の像3の歪み、または投影面2が見える任意の位置の可視面上の像の歪みに関わるパラメータを求め、そのパラメータに基づき投影対象の画像を観測者の歪み補正を目的として予め歪んだ画像に変換する。さらに、変換した画像の劣化度を求め、その劣化度を報知する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 離れた位置の投影面に画像を光学的に投影する画像投影装置において、

前記投影面上の像の歪み、または投影面が見える任意の位置の可視面上の像の歪み、に関わるパラメータを求める手段と、

投影対象の画像を前記求めたパラメータに基づき観測者の歪み補正を目的として予め歪んだ画像に変換する手段と、

を具備したことを特徴とする画像投影装置。

【請求項2】 離れた位置の投影面に画像を光学的に投影する画像投影装置において、

前記投影面上の像の所定箇所の点座標、または投影面が見える任意の位置の可視領域上の像の複数箇所の点座標に基づき、投影面上または可視面上の像の歪みに関わるパラメータを求める手段と、

投影対象の画像を前記求めたパラメータに基づき観測者の歪み補正を目的として予め歪んだ画像に変換する手段と、

を具備したことを特徴とする画像投影装置。

【請求項3】 離れた位置の投影面に画像を光学的に投影する画像投影装置において、

前記投影面上の像の歪み、または投影面が見える任意の位置の可視面上の像の歪み、に関わるパラメータを求める手段と、

投影対象の画像を前記求めたパラメータに基づき観測者の歪み補正を目的として予め歪んだ画像に変換する手段と、

前記変換した画像の劣化度を求める手段と、

前記求めた劣化度を報知する手段と、

を具備したことを特徴とする画像投影装置。

【請求項4】 離れた位置の投影面に画像を光学的に投影する画像投影装置において、

前記投影面上の像の歪み、または投影面が見える任意の位置の可視面上の像の歪み、に関わるパラメータを求める手段と、

投影対象の画像を前記求めたパラメータに基づき観測者の歪み補正を目的として予め歪んだ画像に変換する手段と、

前記変換した画像の劣化度を求める手段と、

前記求めた劣化度が所定値以下のとき、前記変換した画像を投影対象として許容する手段と、

を具備したことを特徴とする画像投影装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、離れた位置の投影面に画像を光学的に投影する画像投影装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 事務用コンピュータの普及に伴い、コンピュータ画面をそのままプレゼンテーションに用いる機

会が増える状況にある。たとえば、コンピュータのディスプレイに表示されている画像を、図6に示すように、液晶プロジェクタ1によって壁の投影面（いわゆるスクリーン）2に投影することがある。3は投影像である。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 画像データをスクリーン2に歪みなく投影するには、図6のように、液晶プロジェクタ1の液晶画面（光像を発する面）を投影面2に正対させ、液晶プロジェクタ1の投影軸を投影面2に対して垂直に設定する必要がある。

【0004】 しかしながら、実際には、設置場所の都合などにより、図7に示すように、液晶プロジェクタ1の液晶画面を投影面2に正対させることが困難なことがある。この場合、液晶プロジェクタ1の投影軸が投影面2に対して垂直にならないため、投影面2上の投影像3に歪みが生じてしまう。

【0005】 なお、投影像3の、歪みのない例を図8に示し、歪みの生じた例を図9および図10に示している。図9の例は、液晶プロジェクタ1の液晶画面と投影面2との間に図7に示したような正対ずれが生じた場合に起こるもので、投影像3が不等辺四角形状に歪んでいる。

【0006】 図10の例は、液晶プロジェクタ1の投影軸が投影面2に対して上下方向にずれている場合に起こるもので、投影像3が対称台形状に歪んでいる。対称台形状の歪みについては、たとえば水平走査線方向の電気的な伸縮操作を画像データに加えることで補正が可能なことは一般に知られている。

【0007】 しかしながら、図9のような不等辺四角形状の歪みについては、補正ができない。この発明は上記の事情を考慮したもので、第1および第2の発明の画像投影装置は、投影面との正対関係を維持できない状態であっても画像を歪みなく投影面に投影でき、あるいは投影面上の像を任意の位置から歪みなく見られることを目的とする。

【0008】 第3および第4の発明の画像投影装置は、投影面との正対関係を維持できない状態であっても、画像を歪みなく投影面に投影でき、または投影面上の像を任意の位置から歪みなく見ることができ、しかも投影対象となる画像が投影に供するだけの十分な解像度を有する場合のみ投影を可能として高い信頼性を確保できることを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 第1の発明の画像投影装置は、離れた位置の投影面に画像を光学的に投影するものであって、投影面上の像の歪み、または投影面が見える任意の位置の可視面上の像の歪み、に関わるパラメータを求める手段と、投影対象の画像を上記求めたパラメータに基づき観測者の歪み補正を目的として予め歪んだ画像に変換する手段と、を備える。

【0010】第2の発明の画像投影装置は、離れた位置の投影面に画像を光学的に投影するものであって、投影面上の像の複数箇所の点座標、または投影面が見える任意の位置の可視面上の像の複数箇所の点座標に基づき、投影面上または可視面上の像の歪みに関わるパラメータを求める手段と、投影対象の画像を上記求めたパラメータに基づき観測者の歪み補正を目的として予め歪んだ画像に変換する手段と、を備える。

【0011】第3の発明の画像投影装置は、離れた位置の投影面に画像を光学的に投影するものであって、投影面上の像の歪み、または投影面が見える任意の位置の可視面上の像の歪み、に関わるパラメータを求める手段と、投影対象の画像を上記求めたパラメータに基づき観測者の歪み補正を目的として予め歪んだ画像に変換する手段と、上記変換した画像の劣化度を求める手段と、上記求めた劣化度を報知する手段と、を備える。

【0012】第4の発明の画像投影装置は、離れた位置の投影面に画像を光学的に投影するものであって、投影面上の像の歪み、または投影面が見える任意の位置の可視面上の像の歪み、に関わるパラメータを求める手段と、投影対象の画像を上記求めたパラメータに基づき観測者の歪み補正を目的として予め歪んだ画像に変換する手段と、上記変換した画像の劣化度を求める手段と、上記求めた劣化度が所定値以下のとき、上記変換した画像を投影対象として許容する手段と、を備えている。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、この発明の一実施例について図面を参照して説明する。なお、図面において図6および図7と同一部分には同一符号を付している。図1に示すように、投影面（いわゆるスクリーン）2から離れた位置に、液晶プロジェクタ1が設置される。

【0014】液晶プロジェクタ1は、パーソナルコンピュータ4に接続され、そのパーソナルコンピュータ4から供給される画像データを液晶プロジェクタ1によって投影面2に光学的に投影する。

【0015】投影対称の画像データとしては、宣伝広告や、社内お知らせ事項など、複数種のもが用意され、予めコンピュータ4の記憶装置（メモリやハードディスク）に記憶されている。

【0016】また、パーソナルコンピュータ4の記憶装置には、上記の画像データのほかに、投影像3の歪みを検出するための基準画像パターンが記憶される。パーソナルコンピュータ4は、主要な機能手段として次の

【1】ないし【7】を備える。

【0017】【1】利用者（観測者含む）のキー操作によりキャリブレーションモードが設定されると、記憶装置内の基準画像パターンを液晶プロジェクタ1により投影面2に投影する手段。

【0018】【2】キャリブレーションモード時、利用者のキー操作により入力される座標データ（投影面2上

の像の所定箇所の点座標）に基づき、投影面2上の像3の歪みに関わる補正用パラメータを求める手段。

【0019】【3】キャリブレーションモード時、記憶装置内の投影対象の画像データを上記求めた補正用パラメータに基づき観測者の歪み補正を目的として予め歪んだ画像データに変換する手段。

【0020】【4】変換した画像データの劣化度を求める手段。

【5】求めた劣化度をディスプレイ表示して報知する手段。

【6】劣化度の報知後、利用者のキー操作による登録指定に基づき、上記変換した画像データを補正済画像データとして記憶装置に登録する手段。

【0021】【7】利用者のキー操作により投影モードが設定されると、上記登録された各補正済画像データのうち、利用者のキー操作により選定される補正済画像データを液晶プロジェクタ1により投影面2に投影する手段。

【0022】次に、上記の構成の作用を図2のフローチャートを参照しながら説明する。利用者のキー操作によってキャリブレーションモードが設定されると、パーソナルコンピュータ4の記憶装置内の基準画像パターンが液晶プロジェクタ1によって投影面2に投影される。

【0023】利用者は、投影面2に投影された基準画像パターン像3における所定箇所の点座標（後述する各格子点11の座標）を所定の用具を使って測定し、測定した座標データをパーソナルコンピュータ4にキー入力する。

【0024】点座標の測定方法としては、たとえば、升目が記載された透明ガラス板を透かして投影面2を見ながら升目の位置を測定点として捕らえる方法、投影面2上に数本の紐を張るなどして升目を形成しておき、その升目の位置を測定点として捕らえる方法などがある。

【0025】座標データの入力が完了すると、投影面2上の像3の歪みに関わる補正用パラメータが次のようにして算出される。液晶プロジェクタ1の液晶画面1aと投影レンズ1b、および投影面2の配置を図3のように定義すれば、一般に、液晶画面1a上の点 $P_1$ （ $X_1$ ， $Y_1$ ）と、その点が投影レンズ1bを介して投影面2に投影される点 $P_0$ （ $X_0$ ， $Y_0$ ）との関係は次のように表わされる。

【0026】

【数1】

$$\left\{ \begin{array}{l} X_0 = \frac{P_3 X_1 + P_4 Y_1}{P_1 X_1 + P_2 Y_1 + 1} \\ Y_0 = \frac{P_5 X_1 + P_6 Y_1}{P_1 X_1 + P_2 Y_1 + 1} \end{array} \right.$$

【0027】ここで、 $P_1$ ， $P_2$ ， $P_3$ ， $P_4$ ， $P_5$ ，

$P_6$  は、 $a, b, c, e, f, g$  の関数であり、投影像 3 の歪みに関する補正用パラメータとして用いられる。ただし、次の関係がある。

【0028】

【数2】

$$\begin{cases} x_1=(1,0,0), y_1=(0,1,0), d=(0,0,d) \\ x_0=(a,b,c), y_0=(e,f,g) \\ \|x_1\|=\|y_1\|=1, x_1 \cdot y_1=x_1 \cdot d=y_1 \cdot d=0 \\ \|x_0\|=\|y_0\|=1, x_0 \cdot y_0=0 \end{cases}$$

【0029】既知の点  $P_1 (X_1, Y_1)$  と対応点  $P_0 (X_0, Y_0)$  の組を複数個計測しておけば、補正用パ

$$\begin{cases} X_1 = \frac{P_6 X_0 - P_4 Y_0}{(P_2 P_5 - P_1 P_6) X_0 + (P_1 P_4 - P_2 P_3) Y_0 + P_3 P_6 - P_4 P_5} \\ Y_1 = \frac{P_3 Y_0 - P_5 X_0}{(P_2 P_5 - P_1 P_6) X_0 + (P_1 P_4 - P_2 P_3) Y_0 + P_3 P_6 - P_4 P_5} \end{cases}$$

【0032】すなわち、投影対象の画像データを、上記求めた補正用パラメータ  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6$  に基づき、予め歪んだ画像データに変換することができる。

【0033】この変換の際には、目的とする画像は、投影面 2 上の各格子点 11 が輝度や色情報を持った長方形領域として形成されるとの判断の下に、各点  $P_0 (X_0, Y_0)$  を上記【数3】により逆写像して点  $P_1 (X_1, Y_1)$  のとるべき輝度や色の値を定める。しかし、実際には、 $P_1$  の方も格子点であり、両者は重ならないので、補間手法を用いて値を定める。たとえば、最近傍法なる手法では、ある点  $P_1$  の値をそれを取り囲む 4 つの対応点  $P_0$  のうち最も距離の近い点の値で代表させる。

【0034】なお、補正用パラメータを求めるために必要な格子点 11 の個数は、少なくとも 3 個あればよい。このようにして変換処理した画像データ、つまり予め歪ませた画像を液晶画面 1 a に形成して投影面 2 への投影を行うことにより、液晶プロジェクタ 1 の液晶画面 1 a を投影面 2 に正対させることが困難な状況であっても、図 1 のように、画像を歪みなく投影面 2 に投影することができる。

【0035】すなわち、図 8 に示した例のように歪みのない投影像 3 を得ることができる。図 9 の例のように投影像 3 が不等辺四角形状に歪んでしまう不具合が解消される。図 10 の例のように投影像 3 が対称台形状に歪んでしまう不具合については、従来のように水平走査線方向の電氣的な伸縮操作を画像データに加える処理を要することなく、補正が可能である。

【0036】ただし、液晶の分解能は無限ではないため、歪みの補正には限界がある。すなわち、図 5 に斜線

ラメータ  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6$  を最小 2 乗法的に計算して求めることができる。これがキャリブレーション処理である。

【0030】たとえば、図 4 に示すように、基準画像パターン 10 を投影し、その投影像の所定箇所たとえば中央位置および四隅位置に存する 5 個の格子点 11 の座標を計測する。これら格子点 11 ごとに補正用パラメータ  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6$  を計算して求め、それを上記【数1】に当て嵌めて  $X_1, Y_1$  について解くと、次のように表わすことができる。

【0031】

【数3】

で示すように、液晶画面 1 a の最大長方形（全画面領域）は投影面 2 上では不等辺四角形となる。この不等辺四角形に内接する、縦横比が元の画像と同じ長方形領域（図示空白領域）が、目標投影エリアである。

【0037】投影面 2 に対する投影軸の傾きが大きくなるほど、斜線で示す不等辺四角形の歪みが大きくなり、それに伴い内接長方形領域の面積が小さくなり、より少ない画素数で一定の質の画面を表示する必要が生じ、分解能が落ちてしまう。

【0038】そこで、変換処理した画像データの劣化度を以下のように定義して求め、それをキャリブレーション後に提示すれば、利用者は補正が有効に働くかどうか判断できる。

【0039】

【数4】

$$\text{劣下度} = \left( 1 - \frac{\text{内接長方形サイズ}}{\text{不等辺四角形サイズ}} \right) \times 100$$

【0040】ここで、サイズは、画素のドット数に相当する。すなわち、変換処理された画像データの劣化度が求められ、その劣化度がパーソナルコンピュータ 4 のディスプレイに表示される。この表示を見た利用者は、変換処理された画像データが投影面 2 への投影に供するだけの十分な解像度を有するものかどうか判断することができ、十分な解像度を有すると判断した場合のみキー操作により登録を指定する。

【0041】登録が指定されると、変換処理された画像データが補正済画像データとしてパーソナルコンピュータ 4 の記憶装置に登録される。補正用パラメータに基づく画像データの変換処理は、パーソナルコンピュータ 4 の記憶装置に記憶されている全ての画像データに対し、

順次に行われる。

【0042】この一連の変換処理が終了した後、利用者のキー操作によって投影モードが設定されると、パーソナルコンピュータ4の記憶装置に登録された各補正済画像データのうち、利用者のキー操作により選定される補正済画像データが液晶プロジェクタ1により投影面2に投影される。

【0043】投影される補正済画像データは十分な解像度を有しており、つまり解像度の悪い画像が投影されることはなく、よって画像投影装置としての十分な信頼性が確保される。

【0044】ところで、投影像3が歪んで見えてしまう状況として、液晶プロジェクタ1の液晶画面1aが投影面2に正対しない場合のほかに、投影面2を見る人の位置が斜め側方にずれている場合がある。投影面2を見る人の位置が斜め側方にずれていると、たとえ液晶プロジェクタ1の液晶画面1aが投影面2に正対していても、投影像3が歪んで見えてしまう。

【0045】このような場合には、キャリブレーションモード時、投影面2が見える任意の位置に可視面（たとえば座標測定が可能な昇目が記載された透明ガラス板）を用意し、その可視面上の基準画像パターン像3における所定箇所の点座標（各格子点11の座標）を測定してパーソナルコンピュータ4にキー入力すればよい。

【0046】この作業により、投影面2を見る人の位置が斜め側方にずれている場合でも、その人は投影像3を歪みなく見ることができる。なお、上記実施例では、変換処理した画像データの劣化度を求めて報知することにより、変換処理した画像データの登録を行うかどうかの決定を利用者の判断に委ねるようにしたが、たとえば、求めた劣化度と予め定めた所定値とをマイクロコンピュータ4の制御により自動的に比較し、劣化度が所定値以下の場合には画像データを投影対象として許容し登録する構成としてもよい。

【0047】また、上記実施例では、画像の投影を液晶プロジェクタ1により行うようにしたが、その液晶プロジェクタ1に代えてレーザビームプロジェクタを用いるようにしてもよい。図1のように液晶プロジェクタ1の液晶画面1aが投影面2に正対していない場合、投影像3の右側位置と左側位置との間にピントずれが生じる可能性があるが、レーザビームプロジェクタを用いればこのようなピントずれを制御できる。その他、この発明は上記実施例に限定されるものではなく、要旨を変えない範囲で種々変形実施可能である。

【0048】

【発明の効果】以上述べたように、第1の発明の画像投影装置は、投影面上の像の歪みまたは投影面が見える任意の位置の可視面上の像の歪みに関わるパラメータを求め、そのパラメータに基づき投影対象の画像を観測者の歪み補正を目的として予め歪んだ画像に変換する構成と

したので、投影面との正対関係を維持できない状態であっても画像を歪みなく投影面に投影でき、あるいは投影面上の像を任意の位置から歪みなく見ることができる。

【0049】第2の発明の画像投影装置は、投影面上の像の歪みまたは投影面が見える任意の位置の可視面上の像の歪みに関わるパラメータを、投影面上または可視面上の像の複数箇所の点座標から求め、そのパラメータに基づいて、投影対象の画像を観測者の歪み補正を目的として予め歪んだ画像に変換する構成としたので、投影面との正対関係を維持できない状態であっても画像を歪みなく投影面に投影でき、あるいは投影面上の像を任意の位置から歪みなく見ることができる。

【0050】第3の発明の画像投影装置は、投影面上の像の歪みまたは投影面が見える任意の位置の可視面上の像の歪みに関わるパラメータを求め、そのパラメータに基づき投影対象の画像を観測者の歪み補正を目的として予め歪んだ画像に変換するとともに、変換した画像の劣化度を求め、その劣化度を報知する構成としたので、投影面との正対関係を維持できない状態であっても、画像を歪みなく投影面に投影でき、または投影面上の像を任意の位置から歪みなく見ることができ、しかも投影対称となる画像が投影に供するだけの十分な解像度を有する場合のみ投影を可能として高い信頼性を確保できる。

【0051】第4の発明の画像投影装置は、投影面上の像の歪みまたは投影面が見える任意の位置の可視面上の像の歪みに関わるパラメータを求め、そのパラメータに基づき投影対象の画像を観測者の歪み補正を目的として予め歪んだ画像に変換するとともに、変換した画像の劣化度を求め、その劣化度が所定値以下であれば変換した画像を投影対象として許容する構成としたので、投影面との正対関係を維持できない状態であっても、画像を歪みなく投影面に投影でき、または投影面上の像を任意の位置から歪みなく見ることができ、しかも投影対称となる画像が投影に供するだけの十分な解像度を有する場合のみ投影を可能として高い信頼性を確保できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施例の全体的な構成を示す斜視図

【図2】同実施例の作用を説明するためのフローチャート。

【図3】同実施例における液晶プロジェクタの液晶画面上の点とその点が投影レンズを介して投影面に投影される点との関係を示す斜視図。

【図4】同実施例における基準画像パターンを示す図。

【図5】同実施例における液晶プロジェクタの液晶画面の最大長方形（全画面領域）が投影面上では不等辺四角形となってしまう状況を説明するための図。

【図6】液晶プロジェクタの液晶画面が投影面に正対している状態を示す斜視図。

【図7】液晶プロジェクタの液晶画面が投影面に正対していない例を示す斜視図。

【図8】液晶プロジェクタの液晶画面が投影面に正対している場合の投影像の例を示す図。

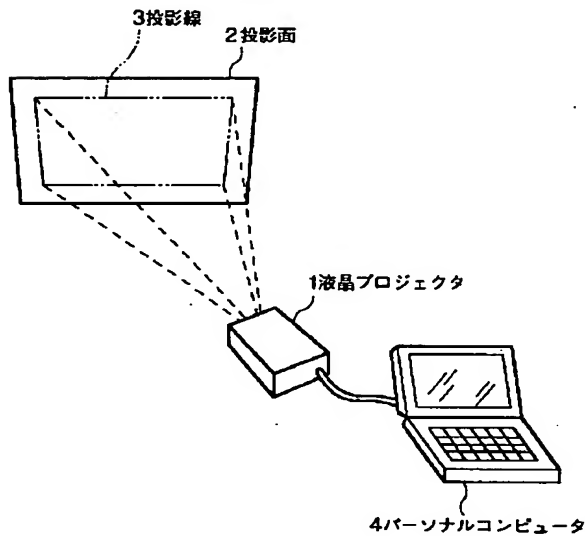
【図9】液晶プロジェクタの液晶画面が投影面に正対していない場合の従来の投影像の例を示す図。

【図10】液晶プロジェクタの液晶画面が投影面に正対していない場合の従来の投影像の例を示す図。

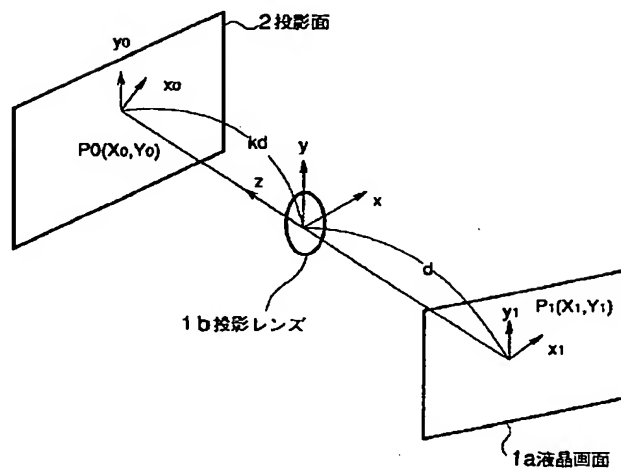
【符号の説明】

- 1…液晶プロジェクタ  
2…投影面  
3…投影像  
4…パーソナルコンピュータ

【図1】

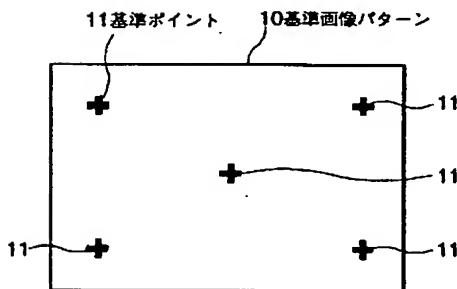


【図3】

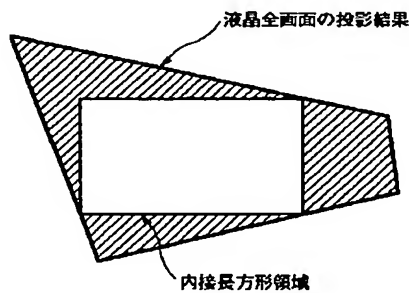


【図6】

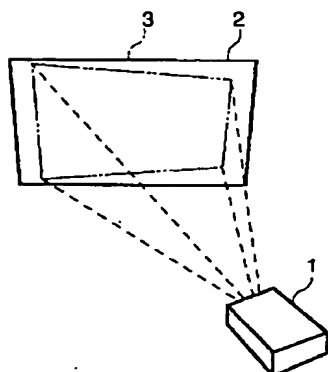
【図4】



【図5】



【図7】

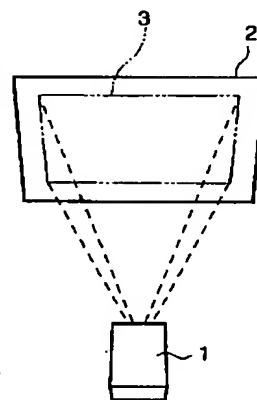


【図8】

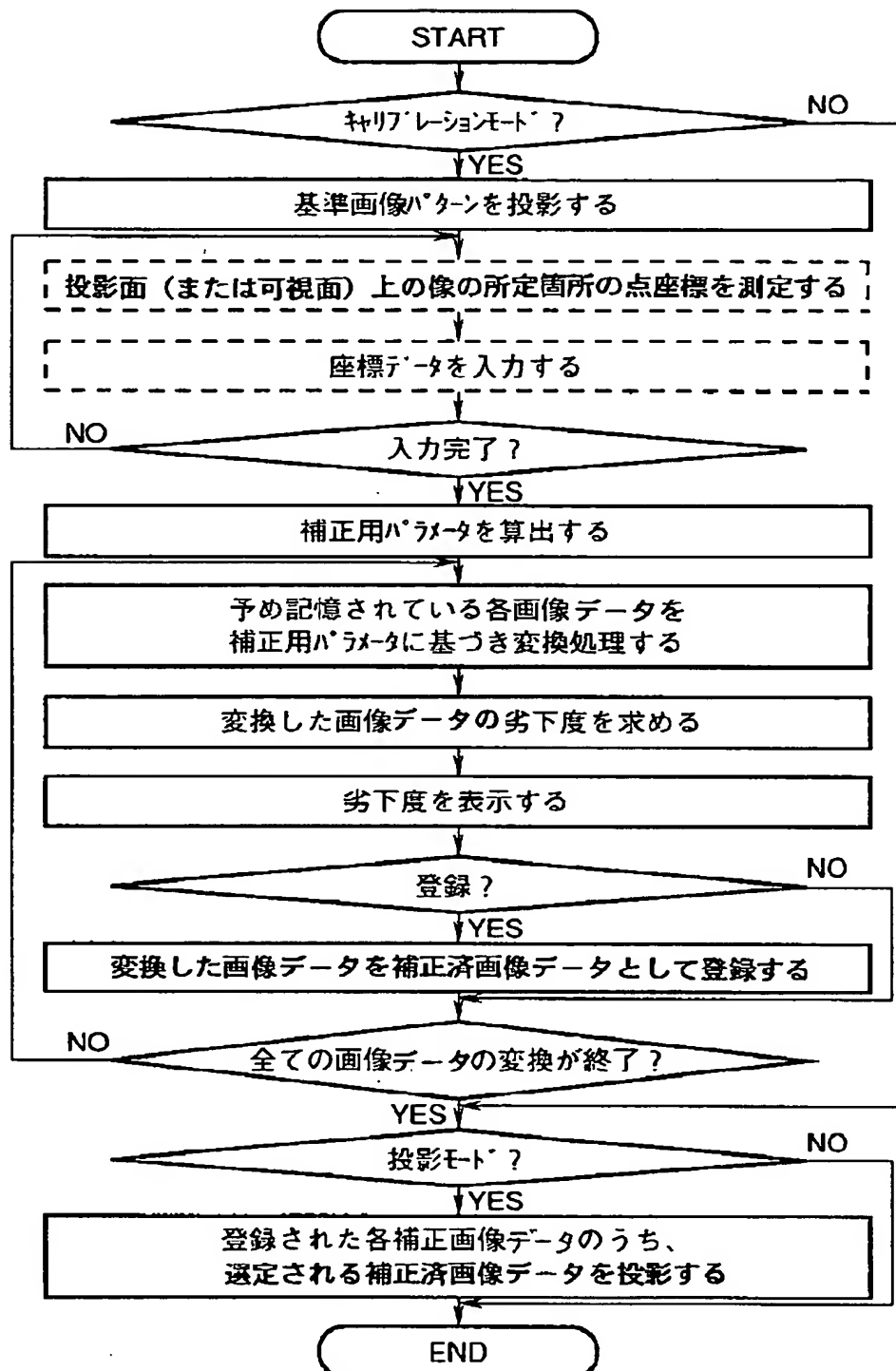
特許の明細書  
特許の明細書  
特許の明細書

特許の明細書  
特許の明細書  
特許の明細書

【図9】



【図2】





【図10】

特許の明細書特許の明細書  
特許の明細書特許の明細書  
特許の明細書特許の明細書

---

フロントページの続き

(72)発明者 野田 省吾  
東京都港区六本木一丁目4番33号 株式会  
社エヌ・ティ・ティファシリティーズ内  
(72)発明者 高草木 明  
東京都港区六本木一丁目4番33号 株式会  
社エヌ・ティ・ティファシリティーズ内  
(72)発明者 江口 則男  
東京都港区六本木一丁目4番33号 株式会  
社エヌ・ティ・ティファシリティーズ内  
(72)発明者 大島 一夫  
東京都港区六本木一丁目4番33号 株式会  
社エヌ・ティ・ティファシリティーズ内

(72)発明者 中尾 正喜  
東京都港区六本木一丁目4番33号 株式会  
社エヌ・ティ・ティファシリティーズ内  
(72)発明者 市村 充  
東京都港区六本木一丁目4番33号 株式会  
社エヌ・ティ・ティファシリティーズ内  
(72)発明者 中山 鳩夫  
東京都大田区北千束3丁目26番12号 株式  
会社応用計測研究所内  
(72)発明者 芝田 勉  
東京都大田区北千束3丁目26番12号 株式  
会社応用計測研究所内